

Semiconductor light-emitting device

Patent Number: [US2002028526](#)

Publication date: 2002-03-07

Inventor(s): MURAKAMI TETSUROU (JP); HOSOBA HIROYUKI (JP); NAKATSU HIROSHI (JP); KURAHASHI TAKAHISA (JP)

Applicant(s):

Requested Patent: [JP2002076433](#)

Application Number: US20010943738 20010904

Priority Number (s): JP20000267345 20000904

IPC Classification: H01L21/00

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

The present invention relates to a semiconductor light-emitting device used for optical transmission (particularly for IEEE 1394) and displays and the like. More specifically, an object of the present invention is to provide a semiconductor light-emitting device capable of emitting the light with a high efficiency by extending a distance from an active layer to a boundary having poor crystal quality due to Group V elements As and P exchange to suppress deterioration in crystal quality of the active layer. According to the present invention, a semiconductor light-emitting device capable of emitting the light with a high efficiency because a reflecting multilayer with a different material system from that of an active layer is formed on the substrate in order to achieve a high reflectance, however, the active layer is formed, after a reflecting multilayer formed with the same material system as that of the active layer is formed thereon, to lengthen a distance between the active layer and a material system exchange boundary

Data supplied from the [esp@cenet](#) database - I2

(18) 日本国特許庁 (JP)

[特許請求の範囲]

特開2002-76433
(P2002-76433A)

(43) 公開日 平成14年3月15日(2002.3.15)

(61) Int.Cl'	翻訳記号	F1	テ-テ-ド' (参考)
H01L 39/00		H01L 33/00	B 65 F 041
H01S 5/188		H01S 5/183	5/073
5/348		5/343	

審査請求 未請求 請求項の範囲11 OL (全11頁)

(21) 出願番号 特200-287345(P200-287345)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

(22) 出願日 平成12年9月4日(2000.9.4)

(72) 発明者 飯島 考尚

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

(72) 発明者 中津 弘志

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

(74) 代理人 100002144

ヤーブ株式会社内

最終頁に続く

(54) [明細の名稱] 半導体発光素子

(55) [要約] (修正有)

【明細】 AlGaInP系のレシナントキャビティ型LEDまたは面発光レーザーにおいて、AsとPのV族元素の切り換えるによる結晶性の低い界面から活性層までの距離

を大きくして活性層の結晶性低下を抑制することにより、高効率な発光が可能な半導体発光素子を提供する。

【解決手段】 発光層2,6と異なる材料系の多層反射膜2,3,2,4により高い反射率を確保し、その上に発光層と同一材料系の多層反射膜を形成した後、発光層を形成して、材料系の切りえ界面から活性層までの距離を大きくする。

[請求項1] 半導体発光素子

特徴とする請求項1ないし9いずれか1記載の半導体発光素子が、活性層が量子井戸層であることを特徴とする請求項1ないし10いずれか1記載の半導体発光素子。

[強調の詳細な説明]

[0001]

【強調の属する技術分野】 本発明は光伝送用(特にIEEE 1394用)および表示用等に用いられる半導体発光素子に関する。

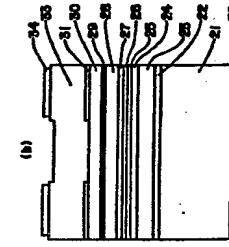
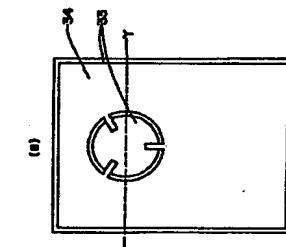
[0002]

【従来の技術】 近年、光通信や半導体発光素子情報表示パネル等に半導体発光素子が広く用いられている。これらの半導体発光素子は発光効率が高いこと、光通信用の半導体発光素子においてはさらに応答速度が高速であることが重要であり近年開発が盛んに行われている。通常の発光型のLEDは高速応答性はあまりよろしく、100Mbps～200Mbps程度が限界である。そこで、レゾナントキャビティ(Resonant Cavity)型LEDあるいは面発光レーザーと呼ばれる半導体発光素子が開発されている。これらの半導体発光素子は、2つのミラーで形成された共振器において発生する定在波の位置が発光層になるようにより、高応答性および高効率を実現する半導体発光素子である。特に最近、比較的短い距離の通信に光ファイバー(POF)が利用されはじめ、このPOFの遮断失光量を低減する650nmでの高効率な発光が可能なAlGaInP系の半導体材料を発光層とするレシナントキャビティ型LEDや面発光レーザーが開発されている。[High Brightness Visible Resonant Cavity Light Emitting Diode; IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS VOL. 10 NO. 12 DECEMBER 1998]。

[0003]

【強調が解決しようとする課題】 ところが、従来レゾナントキャビティ型LEDや面発光レーザーは定在波の位置に精度よく活性層を形成する必要があるため、波長程度の長さの共振器で素子が作製されていた。そのため結果、基板間に形成する半導体基板と同程度の格子定数を持ち、屈折率を変えることのできる少なくとも2種類の材料系を使用し、それそれが単一の材料系からなる複数の多層反射膜がAl_{1-x}Ga_xAs (0≤x≤1)を含むことを特徴とする請求項7記載の半導体発光素子。【強調項9】 発光層上に備える活性層と同程度の格子定数を持ち、屈折率を変えることのできる少なくとも2種類の材料系を使用し、それそれが単一の材料系からなる複数の多層反射膜がAl_{1-x}Ga_xAs (0≤x≤1)を含むことを特徴とする請求項7または8記載の半導体発光素子。【強調項10】 半導体基板上に形成される半導体基板と同一程度の格子定数を持ち、屈折率を変えることのできる少なくとも2種類の材料系を使用し、それそれが単一の材料系からなる複数の多層反射膜がAl_{1-x}Ga_xAs (0≤x≤1)を含むことを特徴とする請求項7記載の半導体発光素子。

【強調項11】 活性層が量子井戸層であることを特徴とする請求項1ないし10いずれか1記載の半導体発光素子。



ティー型LEDや平面発光レーザーは内部量子効率が低下してしまうという問題があった。通常構造のLEDについても同様の問題があり、AsとPの切り換え界面から活性層までの距離がある一定値以下になると効率が低下してしまう。

【0006】そこで、本発明の目的は、上記問題点を解決するために、AsとPのVII族元素の切り換えによる結晶性の低い界面から活性層までの距離を大きくして活性層の結晶性低下を抑制することにより、高効率な発光が可能な半導体発光素子を提供することにある。

いし4に記載の半導体発光素子において、発光層に接する多層反射膜を構成する層が、多層反射膜を構成するもう一方の層よりもエネルギーキャップが大きいことを特徴とする。この請求項5の半導体発光素子では、よりエネルギーキャップの大きな材料が発光層に接するので、キャリアのオーバーフローを抑制することができる。

【0012】請求項6の半導体発光素子は、請求項1ないし5に記載の半導体発光素子において、半導体基板がGaNであることを特徴とする。この請求項6の半導体発光素子では、GaN基板に格子整合することができるAlGaN光素子では、

[0007] [課題を解決するための手段] 上記目的を達成するため
に請求項1の半導体発光素子は、半導体基板上に、半導
体基板と同程度の格子定数を持ち、屈折率を変えること
のできる少なくとも2種類の材料系を使用し、それぞれ
が単一の材料系からなる多層反対膜と複数形成し、この
多層反対膜上にこの多層反対膜の最上層と同じ材料系か
らなる活性層を含む1以上の層数からなる発光層を備え
ることを特徴とする。この請求項1の先端の半導体発光
素子では、発光層と異なる材料系の多層反対膜により高
い反対膜を確保し、その上に発光層と同じ材料系の多層
反対膜を形成した後、発光層を形成するので、材料系の
切り替え界面から活性層までの距離を大きくすることに
より活性層の結晶性低下を避けることができる。

[0008] 請求項2の半導体発光素子は、請求項1の
半導体発光素子において、発光層上に発光層と同程度の
格子定数を持つ材料系からなる多層反対膜を備えること
を特徴とする。この請求項2の半導体発光素子では、発
光層上の多層反対膜が発光層と同程度の格子定数を持つ
材料系からなるので、容易に鏡面状態が得られ、少ない
層数で高い反射率を得ることができる。

[0009] 請求項3の半導体発光素子は、請求項2の
半導体発光素子において、発光層上の発光層と同程度の
格子定数を持つ多層反対膜が発光層と同じ材料系である
Al_{1-x}Ga_xAs_{1-y}In_yP (0≤x≤1, 0≤y≤1) からなる多層
反対膜よりも反対率が高いので、少ない層数で高い反射
率を得ることができる。

ことを特徴とする。この請求項3の半導体発光素子では、発光層上の多層反対称構造が発光層と同じ材料系であるので、発光層と格子定数が同じで材料系が異なる多層反対称の場合よりも製作費が安くなる。

[0010] 請求項4の半導体発光素子は、請求項2の半導体発光素子において、発光層上に、発光層と同程度の格子定数を持ち、周期折れを変えることのできる少くとも2種類の材料系を使用し、それぞれが單一の材料系からなる多層反対称構造形成し、この多層反対称構造から発光層の材料が発光層と同じ材料系であることを特徴とする。この請求項4の半導体発光素子では、発光層よりも上の発光層とは直接接しない場所に発光層とは異なる材料系の多層反対称を備えるので、発光層よりも上の多層反対称の反対称を少ない層数で高くすることがができる。

[0011] 請求項5の半導体発光素子は、請求項1ないし9に記載の半導体基板と同程度の格子定数を持ち、且つ形成される半導体基板と2種類の材料系を形成することのできる少なくとも2種類の材料系を備える半導体発光素子において、発光層上に備えられる多層反対称構造は発光層から赤色の波長領域に対して、(Al_{1-y}In_y)_{As} (0≤y≤1, 0≤z≤1)からなる多層反対称構造よりも反対称が高いで、少ない層数で高い反対称を得ることができる。

[0012] 請求項10の半導体発光素子は、請求項1ないし9に記載の半導体基板において半導体基板上に備えられる多層反対称構造は発光層から赤色の波長領域に対して、(Al_{1-y}In_y)_{As} (0≤y≤1, 0≤z≤1)からなる多層反対称構造よりも反対称が高いで、少ない層数で高い反対称を得ることができる。

使用し、それぞれが单一の材料系からなる複数の多層反対層の最上層と同じ材料系の多層反対層とその下の材料系からなる多層反対層の界面と活性層の距離が0.3 μm以上であることを特徴とする。この請求項10の半導体光電子では、多層反対層の最上層と同じ材料系の多層反対層とその下の別の材料系からなる多層反対層の界面と活性層の距離が0.3 μm以上であるので、高い結晶性の活性層を形成することができます。

【0017】請求項11の半導体光電子子において活性層が量しない10に記載の半導体光電子子において活性層が量しない10と戸層であることを特徴とする。この請求項11の半子井戸層であることを特徴とする。

【0018】 [発明の実施の形態] 以下、本発明を図示の実施例に基づき詳細に説明する。本実施例において、DBRは、2つの層を交互に多段積層することにより構成される。例えば、層 a および層 b からなるDBRには、1の層 a および1の層 b を1ペアとして、 $a/b/a/b/\dots/a/b$ のように、全てがペアである構成と、 $a/b/a/b/\dots/a/b$ のように、最後の層だけペアにならない構成とがある。前者の場合のペア数は、例えば、10などの整数で表記されるが、後者の場合のペア数は、例えば、10、5ペアと表記される。

【0019】 実施例1

【0020】 図1 (a) は本実施例で得られる半導体発光素子の平面図であり、図1 (b) は図1 (a) のX-Yでの断面図である。図2は本実施例の半導体発光素子の製造工程を示す断面図である。図3 (a) は本実施例の半導体発光素子の製造工程を示す平面図であり、図3 (b) は図3 (a) のX-Yでの断面図である。

【0021】 この半導体発光素子はAlGaN系のもので

ペクトルの中心が650nmになるようにした。そして量子井戸活性層6のピーク波長を650nmになるようにした。また、n型の(Al_{0.75}Ga_{0.25})_{0.5}In_{0.5}層を1クタード層の層厚はDBRでの反射光と活性層での発光光強度比が650nmになるようにした。

11

層数で高い反射率を得ることができる。

[0050] また、請求項9の半導体発光素子は、請求項7および8に記載の半導体発光素子において発光面上に備える発光層と同程度の格子定数を持ち、屈折率を変えることのできる少なくとも2種類の材料系を併用し、それぞれが単一の材料系からなる複数の多層反射膜が $10 \times 61 \cdot 48$ ($0 \leq x \leq 1$) を含む。このことによって、緑色から赤色の波長領域に対して、 $(11.64 \cdot 1) \ln_{10}^{-x}$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$) からなる多層反射膜よりも少ない層数で高い反射率を得ることができる。

[0051] また、請求項10の半導体発光素子は、請求項1ないし9に記載の半導体発光素子において半導体基板上に形成される半導体基板と同程度の格子定数を持ち、屈折率を変えることのできる少なくとも2種類の材料系を併用し、それぞれが同一の材料系からなる複数の多層反射膜の最上層と同じ材料系の多層反射膜とその下の別の材料系からなる多層反射膜の界面と活性層との距離が $0.3 \mu\text{m}$ 以上である。このことによって、高い結晶性の活性層を形成することができる。

[0052] また、請求項11の半導体発光素子は、請求項1ないし10に記載の半導体発光素子において活性層が量子井戸層である。このことによって、高効率のレーソンタクトキャビティ型LEDや面発光レーザーを作製することができる。

【図面の簡単な説明】

[図1] 図1 (a) および (b) はそれぞれ、本発明の第1実施例による半導体発光素子の平面図およびそのX-Y断面図である。

[図2] 図1の半導体発光素子の製造工程を示す断面図である。

[図3] 図3 (a) および (b) は、それぞれ図1の半導体発光素子の製造工程を示す平面図およびそのX-Y断面図である。

[図4] 光出力の $\text{n-AlGaInP DBR} \rightarrow \text{A}$ 膜伝達性を示す図である。

12

[図5] 図5 (a) および (b) はそれぞれ、本発明の第2実施例による半導体発光素子の平面図およびそのX-Y断面図である。

[図6] 図5の半導体発光素子の製造工程を示す断面図である。

[図7] 図7 (a) および (b) はそれぞれ、図5の半導体発光素子の製造工程を示す平面図およびそのX-Y断面図である。

[図8] 図8 (a) および (b) はそれぞれ、図5の半導体発光素子の製造工程を示す平面図およびそのX-Y断面図である。

[図9] 図9 (a) および (b) はそれぞれ、本発明の第3実施例による半導体発光素子の平面図およびそのX-Y断面図である。

[図10] 図9の半導体発光素子の製造工程を示す断面図である。

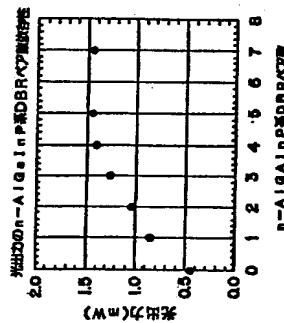
[図11] 図11 (a) および (b) はそれぞれ、図9の半導体発光素子の製造工程を示す平面図およびそのX-Y断面図である。

[図12] 図12 (a) および (b) はそれぞれ、図9の半導体発光素子の製造工程を示す平面図およびそのX-Y断面図である。

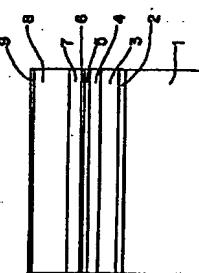
[符号の説明]

1、21、41・ n-GaAs 基板、2、22、42・ n-GaAs バリアー層、3、23、43・ n-AlGaInP DBR 、4、24・ n-AlGaInP DBR 、5、25、45・ n-AlGaInP DBR 、6、26、46・量子井戸活性層、7、27、47・ p-AlInP 、30・ p-AlGaInP 第1電波遮断層、8、28・ p-AlInP 第2電波遮断層、9、29・ p-GaAs 電波遮断層、10、34、56・ p型電極 、11、35、57・ n型電極 、28、48、50・ p-AlGaInP DBR 、29、51・ p-AlGaInP 中間層、30、52・ p-AlGaInP 第1電波遮断層、31、53・ p-AlGaInP 電波遮断層、32、54・ n-GaAs 電波遮断層、33、55・ p-AlGaInP DBR 、49・ p-AlGaInP DBR 。

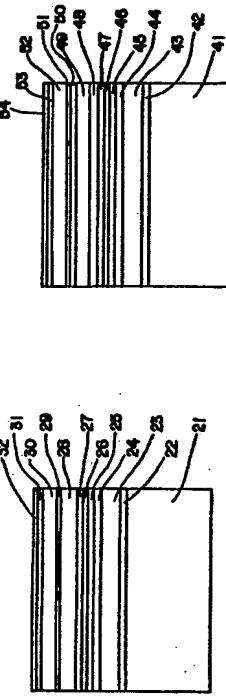
[図4]



[図2]

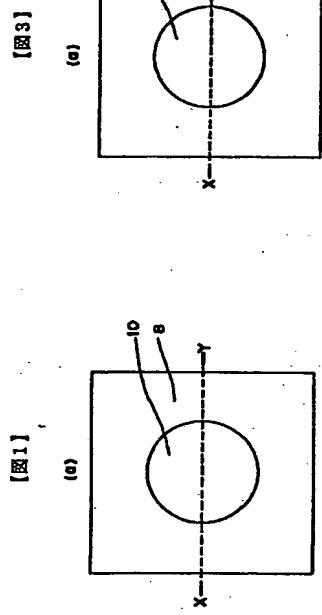


[図10]

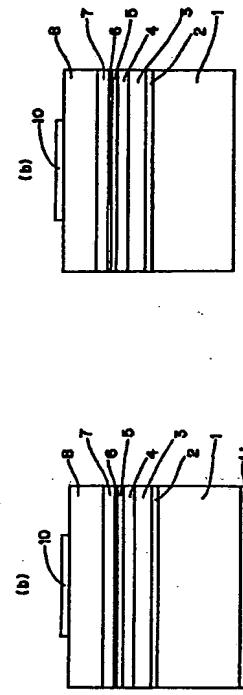


[図6]

(8)

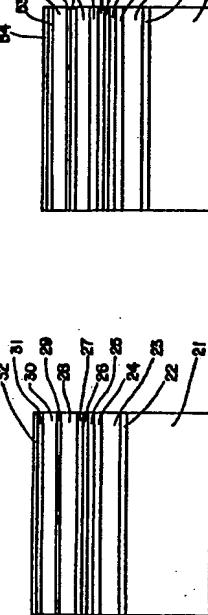


[図5]



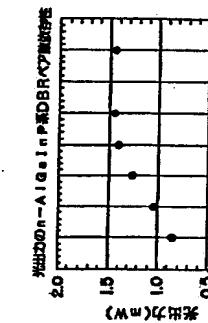
[図8]

[図11]



[図11]

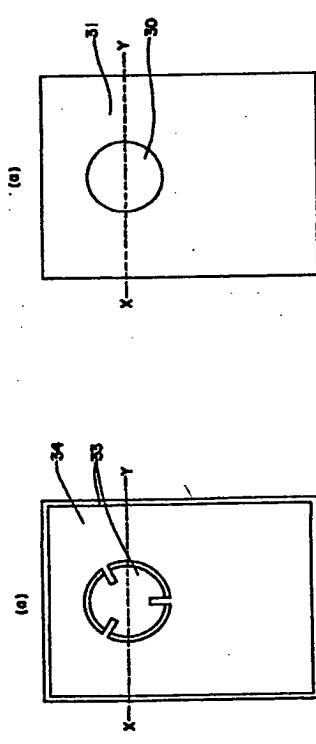
[図7]



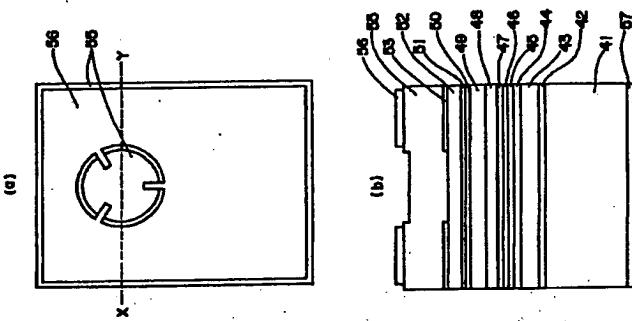
[図12]

(9)

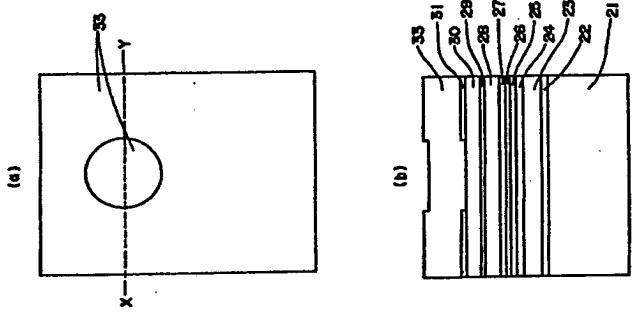
[図7]



[図9]



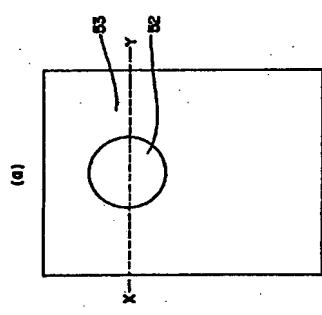
[図8]



(10)

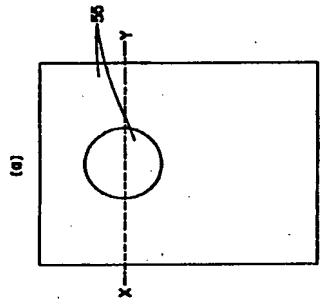
(11)

【図1.1】

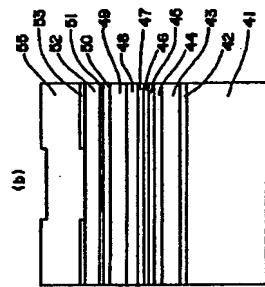
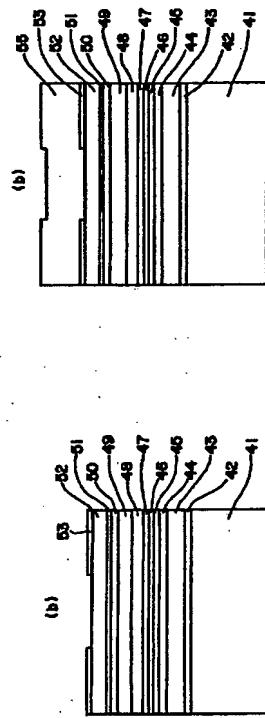


(a)

【図1.2】



(b)



フロントベージの概念

(71) 略明者 村上 香樹
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ヤーフ株式会社内
(72) 略明者 横羽 引之
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ヤーフ株式会社内

Fターム(参考) SF041 AA03 AA40 CA05 CA34 CA35
CA36 CA65 CA74 CA82 CA92
CR03 CR15 SF01 FP14
SF073 AA51 AA65 AA74 AB17 BA01
CA14 CB02